

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :

2 821 475

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national :

01 02681

⑤1 Int Cl⁷ : G 10 L 19/00, H 04 S 5/00

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 23.02.01.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 30.08.02 Bulletin 02/35.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : FRANCE TELECOM Société ano-
nyme — FR et TELEDIFFUSION DE FRANCE - TDF —
FR.

⑦2 Inventeur(s) : PHILIPPE PIERRICK et COLLEN
PATRICE.

⑦3 Titulaire(s) :

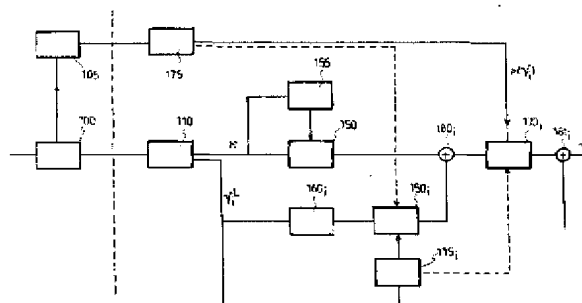
⑦4 Mandataire(s) : CABINET LE GUEN ET MAILLET.

⑤4 PROCÉDE ET DISPOSITIF DE RECONSTRUCTION SPECTRALE DE SIGNAUX A PLUSIEURS VOIES,
NOTAMMENT DE SIGNAUX STEREOPHONIQUES.

⑤7 L'invention a trait à un procédé de reconstruction d'au
moins une voie d'un signal audio à plusieurs voies, en par-
ticulier d'un signal stéréo, à partir d'un signal composite
pouvant comporter des composantes monophoniques et
des composantes spatiales, le procédé comprenant, pour
au moins une composante :

- une étape de blanchiment spectral de ladite compo-
sante pour obtenir un signal blanchi;
- une étape de mise en forme du spectre du signal blan-
chi au moyen d'un filtre d'enveloppe ayant pour caractéris-
tique au moins une partie de l'enveloppe spectrale de la
voie à reconstruire.

L'invention concerne également un dispositif de recons-
truction d'un signal à plusieurs voies adapté à mettre en
oeuvre les étapes de ce procédé, un dispositif de décodage
le comprenant, un dispositif de codage associé, un système
de codage/ décodage les incluant et un signal codé.



FR 2 821 475 - A1



La présente invention concerne un procédé et un dispositif de reconstruction spectrale d'un signal audio à plusieurs voies, notamment d'un signal stéréophonique. L'invention concerne également un dispositif de décodage comprenant ce dispositif de reconstruction, un dispositif de codage associé et un système de codage/décodage les
5 incluant.

Dans l'état de la technique de la transmission de signaux audio, il est connu de coder le signal à l'émission et de le décoder à la réception. Ce codage peut être un codage à réduction de débit. Par débit, on entend la quantité d'information transmise par unité de temps, généralement exprimée en kbits/s. Dans ce qui suit, on désignera
10 l'importance de la transmission d'une information en terme de débit par l'expression « coût en transmission », exprimée en kbits/s. Des codeurs à réduction de débit connus sont par exemple les codeurs de type par transformée, les codeurs de type CELP et même des codeurs de type paramétrique, comme un codeur de type MPEG4 paramétrique.

15 En codage audio à réduction de débit, le signal audio doit souvent subir une limitation de bande passante lorsque le débit binaire devient faible. Cette limitation de bande passante est nécessaire pour éviter l'introduction de bruit de quantification audible dans le signal codé. Il est alors souhaitable de régénérer dans la mesure du possible le contenu haute fréquence du signal original.

20 Il est connu de l'état de la technique, et notamment du document WO-A-9857436, le fait de régénérer le contenu spectral haute fréquence du signal original en procédant à une transposition harmonique du spectre basse fréquence du signal décodé vers les hautes fréquences. Cette transposition est effectuée en recopiant la valeur spectrale d'un fondamental à f_k à toutes les fréquences de la série harmonique $n \cdot f_k$.
25 La forme du spectre haute fréquence ainsi obtenue est ajustée en appliquant des facteurs de pondération spectrale.

Cette technique est fondée sur une analyse en sous-bandes et une duplication harmonique complexe. Elle met en œuvre des méthodes d'ajustement de phase et d'amplitude coûteuses en calcul. En outre, les facteurs de pondération spectrale ne
30 modélisent que grossièrement l'enveloppe spectrale.

Lorsque des signaux audio stéréophoniques sont transmis avec des procédés de codage audio à réduction de débit de l'état de la technique, le contenu stéréophonique est généralement fortement altéré. En effet, si le débit de transmission est insuffisant, on tend à ne transmettre que des signaux à faible contenu stéréophonique.

Il est connu du domaine du traitement de signaux stéréophoniques une technique appelée M/S stéréo (mid-side stéréo) selon laquelle sont transmis des signaux correspondant à la moitié respectivement de la somme et de la différence des voies gauche et droite. Au décodage, les voies gauche et droite sont reconstituées à partir de ces signaux. Lorsque les voies gauche et droite sont fortement corrélées, le terme de différence sera faible et pourra donc être transmis à faible coût. Cependant, à très faible débit, le terme de différence est quantifié à zéro. Au décodage, on obtient alors un signal monophonique.

Une autre technique connue dans le domaine du traitement de signaux stéréophoniques est la stéréo d'intensité dans laquelle, au dessus d'une certaine fréquence, on transmet un signal audio monophonique, correspondant généralement à une pondération des voies gauche et droite, avec des facteurs de gain qui décrivent les rapports d'énergie originaux entre les deux voies. Au décodage, l'application sélective par bandes de fréquences de gains différents pour chaque voie audio permet de recréer une impression de signal stéréophonique. Cependant, là encore, à bas débit, la partie stéréo en basse fréquence risque d'être de mauvaise qualité. Si la limite fréquentielle au delà de laquelle on applique la technique de stéréo d'intensité est abaissée, le contenu stéréophonique est dégradé car l'utilisation de facteurs de gains ne permet qu'une reconstitution grossière du contenu stéréo. Le coût en transmission des facteurs de gain devient important si l'on souhaite une reconstitution plus fine du contenu stéréo. En outre, l'application de gains différents par sous-bandes tend à créer des discontinuités.

Le problème à la base de l'invention est de fournir un procédé et un dispositif de reconstruction d'un signal stéréo, et de manière plus générale d'un signal audio à plusieurs voies, permettant une reconstitution du contenu stéréophonique, en particulier pour les hautes fréquences, et ne nécessitant qu'une faible quantité de données à transmettre.

Ce problème est résolu par un procédé de reconstruction d'au moins une voie d'un signal audio à plusieurs voies, en particulier d'un signal stéréo, à partir d'un signal composite pouvant comporter des composantes monophoniques (M) et des composantes spatiales (V_i^L) caractérisé en ce que, pour au moins une composante, il comprend :

- une étape de blanchiment spectral de ladite composante pour obtenir un signal blanchi ;

- une étape de mise en forme du spectre du signal blanchi au moyen d'un filtre d'enveloppe ayant pour caractéristique au moins une partie de l'enveloppe spectrale ($e(V_i)$) de la voie à reconstruire.

5 Selon un premier mode de réalisation, le signal composite comprend au moins une composante monophonique (M) dans une première bande spectrale (B_1), l'étape de blanchiment spectral fournit un signal monophonique blanchi et l'étape de mise en forme utilise un filtre d'enveloppe ayant pour caractéristique l'enveloppe spectrale de la voie à reconstruire dans ladite première bande.

10 Selon un second mode de réalisation, le signal composite comprend plusieurs composantes spatiales (V_i^L), chaque composante spatiale étant associée à une voie et au moins une composante spatiale ayant un spectre limité à une seconde bande spectrale, la reconstruction de la voie associée à la composante spatiale à spectre limité comprenant:

15 - une étape de transposition de tout ou partie du contenu spectral de ladite composante spatiale dans une troisième bande spectrale distincte de ladite seconde bande spectrale pour fournir une composante à spectre transposé ;

- une étape de blanchiment spectral avant ou après l'étape de transposition de sorte que la composante à spectre transposé est blanchie ;

20 - une étape de mise en forme du spectre de la composante à spectre transposé et blanchi au moyen d'un filtre d'enveloppe ayant pour caractéristique l'enveloppe spectrale de la voie à reconstruire dans ladite troisième bande. Avantageusement, la seconde bande spectrale (B_2) est une bande basse fréquence et la troisième bande spectrale (B_3) est adjacente à seconde.

25 Selon un troisième mode de réalisation, les composantes du signal composite sont issues du décodage d'un signal source à plusieurs voies codé par un codeur à limitation de spectre. Pour la reconstruction de la voie à reconstruire, la caractéristique du filtre d'enveloppe est obtenue à partir d'une information donnant l'enveloppe spectrale de la voie correspondante du signal source dans les première et troisième bandes.

30 L'invention est également définie par un dispositif de reconstruction d'au moins une voie d'un signal audio à plusieurs voies, en particulier d'un signal stéréo, à partir d'un signal composite pouvant comporter des composantes monophoniques et des composantes spatiales, le dispositif comprenant des moyens pour mettre en oeuvre les étapes du procédé défini ci-dessus.

L'invention est également définie par un dispositif de codage d'un signal audio source à plusieurs voies, au moins une première bande spectrale dudit signal étant codée en monophonique, le dispositif fournissant en outre une information d'enveloppe spectrale pour au moins une voie dans ladite première bande.

5 L'invention est également définie par un dispositif de codage à limitation de spectre d'un signal audio source à plusieurs voies, le spectre d'au moins une voie étant limité à une seconde bande spectrale par le codage, le dispositif fournissant en outre une information d'enveloppe spectrale de ladite voie dans une bande distincte de ladite seconde bande.

10 L'invention est également définie par un dispositif de codage à limitation de spectre d'un signal audio source à plusieurs voies, au moins une première bande spectrale dudit signal étant codée en monophonique, le spectre d'au moins une voie étant limité par le codage à une seconde bande spectrale, distincte de la première, le dispositif fournissant en outre une information d'enveloppe spectrale de ladite voie
15 dans la première bande et dans une troisième bande distincte desdites première et seconde bandes.

Avantageusement, pour au moins une première voie et une seconde voie, l'information d'enveloppe spectrale de la seconde voie est transmise sous forme de différence avec celle de la première voie.

20 L'invention est également définie par un signal issu d'un dispositif de codage à limitation de spectre tel que défini ci-dessus, le signal comportant au moins pour une première bande spectrale une composante monophonique codée ainsi qu'une information d'enveloppe spectrale codée relative à l'enveloppe spectrale d'une voie audio dans ladite première bande.

25 L'invention est également définie par un signal issu d'un dispositif de codage à limitation de spectre tel que défini ci-dessus, le signal comportant au moins pour une seconde bande spectrale une composante spatiale codée relative à une voie audio ainsi qu'une information d'enveloppe spectrale codée relative à l'enveloppe spectrale de ladite voie audio dans une bande distincte de ladite seconde bande.

30 L'invention est également définie par un signal issu d'un dispositif de codage à limitation de spectre tel que défini ci-dessus, le signal comportant au moins, pour une première bande spectrale, une composante monophonique et, pour une seconde bande spectrale distincte de la première, une composante spatiale codée relative à une voie audio, ainsi qu'une information d'enveloppe spectrale de ladite voie dans la première

bande et dans une troisième bande spectrale distincte desdites première et seconde bandes.

L'invention est également définie par un dispositif de décodage d'un signal audio à plusieurs voies codé, le dispositif comprenant un décodeur adapté à fournir à
5 partir du signal codé un signal composite pouvant comporter des composantes monophoniques et des composantes spatiales, et un dispositif de reconstruction tel que défini plus haut.

L'invention est également définie par un dispositif de décodage comprenant un
10 premier décodeur adapté à fournir, à partir dudit signal défini plus haut, un signal composite pouvant comporter des composantes monophoniques et des composantes spatiales ainsi qu'un second décodeur adapté à fournir, à partir dudit signal, une information d'enveloppe spectrale.

Enfin, l'invention est encore définie par un système de codage/décodage d'un
15 signal audio à plusieurs voies, comprenant un dispositif de codage et un dispositif de décodage comme définis plus haut.

De manière générale, grâce au procédé et au dispositif de reconstruction selon l'invention, le contenu stéréophonique, notamment le contenu stéréophonique haute fréquence peut être reconstitué lors du décodage sans ou avec une transmission minimale des informations liées au contenu haute fréquence des signaux originaux. La
20 forme spectrale de signaux stéréophoniques haute fréquence peut être modélisée par le biais de deux filtres, un filtre pour chaque voie. Des informations d'enveloppe peuvent être transmises à faible coût, car l'on peut facilement mesurer les différences entre deux enveloppes et tirer ainsi parti des redondances éventuelles entre les formes spectrales modélisées. Une seule voie peut être transmise, l'autre voie pouvant être
25 reconstruite par blanchiment du signal transmis et application d'un filtre d'enveloppe. Les informations d'enveloppe relatives à la voie non transmise ont un coût de transmission très faible.

Les caractéristiques de l'invention mentionnées ci-dessus, ainsi que d'autres, apparaîtront plus clairement à la lecture de la description suivante d'un exemple de
30 réalisation, ladite description étant faite en relation avec les dessins joints, parmi lesquels:

la Fig. 1 représente schématiquement un dispositif de reconstruction d'un signal audio stéréophonique selon un premier mode de réalisation de l'invention ;

les Figs. 2a à 2c illustrent le traitement effectué par le dispositif de reconstruction de la Fig. 1 ;

la Fig. 3 représente schématiquement un dispositif de reconstruction d'un signal audio stéréophonique selon un second mode de réalisation de l'invention ;

5 les Figs. 4a à 4d illustrent le traitement effectué par le dispositif de reconstruction de la Fig. 3 ;

la Fig. 5 représente schématiquement un dispositif de reconstruction d'un signal audio stéréophonique selon un troisième mode de réalisation de l'invention ;

10 les Figs. 6a à 6d illustrent le traitement effectué par le dispositif de reconstruction de la Fig. 5.

Le dispositif de reconstruction spectrale selon l'invention peut s'appliquer à la reconstruction spectrale d'un signal audio stéréophonique issu du décodage d'un signal codé par un codeur à limitation de bande spectrale. Il peut s'agir de tout type de codeur à réduction de débit. Le codeur peut être de type par transformée (MPEG1, 15 MPEG2 ou MPEG4-GA), de type CELP (ITU G72X), ou même de type paramétrique (MPEG4 paramétrique). L'invention peut également s'appliquer à des signaux qui n'ont pas préalablement fait l'objet d'un codage, par exemple, des signaux ayant simplement subi un sous-échantillonnage et une altération de leur contenu stéréophonique.

20 La Fig. 1 décrit un premier mode de réalisation de l'invention. Le signal est codé par un codeur 100 et, après transmission du signal codé par un moyen quelconque, le signal codé est décodé par un décodeur 110.

Après décodage dans le décodeur 110, une reconstruction du contenu stéréophonique d'un signal audio et plus généralement des différentes voies d'un signal audio multi-voie est effectuée par les modules 150, 155, 150_i, 115_i, 175 et les 25 sommateurs 180_i. Pour des raisons de simplification, seule une voie *i* a été représentée (par exemple la voie droite d'un signal stéréo).

Le signal décodé par le module 110 comporte une composante monophonique (M) et une composante spatiale V_i^L , associée à la voie *i* à reconstruire, comme illustré 30 en Fig. 2a. La composante monophonique peut être une composante commune à plusieurs voies, par exemple une somme de plusieurs voies ou encore le signal d'une voie prépondérante parmi une ensemble de voies. Typiquement, la composante V_i^L sera un signal basse fréquence à bande limitée (B_2) et le signal monophonique (M) occupera une bande (B_1) adjacente à la première.

Le spectre de la partie monophonique (M) est blanchi à l'aide d'un filtre blanchisseur 150. On sait que sous certaines hypothèses de stationnarité, un signal peut être modélisé comme le résultat du filtrage d'un signal d'excitation par un filtre d'enveloppe spectrale. Si l'on dispose d'une description de l'enveloppe spectrale du signal, il est possible de blanchir son spectre en le faisant passer dans un filtre blanchisseur de fonction de transfert (approximativement) inverse à la fonction d'enveloppe. On obtient ainsi une approximation du signal d'excitation initial, débarrassée de l'influence de la forme spectrale dans la bande considérée.

Le module 155 est un module d'estimation d'enveloppe spectrale pour le signal monophonique dans la bande B_1 . Il peut par exemple modéliser les enveloppes par une analyse LPC, telle que décrite dans l'article de J. Makhoul, intitulé « Linear Prediction : a tutorial review », Proceedings of the IEEE, Vol. 63, N°4, pp 561-580.

La composante spatiale V_i^L et la composante monophonique blanchie sont représentés en Fig. 2b. La composante monophonique blanchie est soumise à une étape d'enveloppe spectrale dans le filtre d'enveloppe 170_i. Ce filtre d'enveloppe a pour caractéristique l'enveloppe spectrale de la voie i originale dans la bande B_1 .

Selon une première variante de réalisation, des moyens d'estimation spectrale 105 associés au codeur effectue une estimation spectrale des différentes voies dans la bande B_1 et fournissent des informations décrivant les enveloppes des différentes voies dans cette bande. Avantageusement, les enveloppes sont codées de manière différentielle. Autrement dit, l'enveloppe d'une première voie est codée et celles des autres voies sont codées par différence, de manière à tirer profit de la similarité des enveloppes pour réduire la redondance dans l'information à transmettre. Du côté du décodeur, les informations relatives aux différentes enveloppes sont décodées dans le module 175. Les informations décodées $e(V_i)$ sont par exemple des coefficients LPC. Elles sont fournies au filtre d'enveloppe 170_i.

Selon une seconde variante de réalisation, l'enveloppe spectrale de la voie i est obtenue comme l'extrapolée, dans la bande B_1 , de l'enveloppe spectrale de la composante spatiale V_i^L , dans la bande B_2 . Cette variante est symbolisée en traits discontinus par le module d'extrapolation 115_i recevant la composante V_i^L et fournissant l'enveloppe extrapolée au filtre d'enveloppe 170_i.

La composante spatiale V_i^L est ensuite ajoutée au moyen du sommateur 180_i à la composante monophonique mise en forme pour fournir une voie reconstruite V_i . Le spectre de la voie reconstruite est illustré en Fig. 2c.

Un cas particulier important est celui où la largeur de bande B_2 est nulle, c'est-à-dire celui où seule une composante monophonique est transmise. Cette composante monophonique peut correspondre à une voie ou à une somme de voies, comme vu plus haut. Les différentes voies sont reconstruites grâce à la mise en forme du signal monophonique blanchi par leurs enveloppes spectrales respectives. Ainsi, pour un
5 signal stéréo, on peut reconstruire la voie gauche à partir de la voie droite, ou bien les voies droite et gauche à partir de la voie somme. On recrée ainsi un effet stéréo à partir d'un signal transmis en mono.

La Fig. 3 décrit un second mode de réalisation de l'invention. Les modules
10 portant les mêmes références que sur la Fig. 1 ont une fonction identique à celle déjà décrite. Pour des raisons de simplification, seule la reconstruction d'une voie i a été représentée.

Dans ce mode de réalisation, le décodeur 110 fournit des composantes spatiales à spectres limités. Ce sera typiquement le cas si le codeur 100 est un codeur à
15 limitation de spectre. Nous considérerons une composante spatiale V_i^L de spectre limité à la bande B_2 , comme représenté en Fig. 4a.

Le module 160_i est un module de transposition spectrale. Sa fonction est de recopier le contenu spectral d'une partie au moins de la bande B_2 , dite bande source, dans une seconde bande B_3 , dite bande cible. L'opération de transposition est par
20 exemple une simple translation de spectre dans la bande cible ou bien la combinaison d'un retournement et d'une translation. Typiquement, la bande B_2 est une bande basse fréquence et la bande cible est adjacente à cette dernière. L'opération de transposition spectrale a été illustrée en Fig. 4b.

Le signal obtenu en sortie de 160_i est un signal à spectre limité à la bande B_3 . Il
25 est soumis à un blanchiment spectral dans le filtre blanchisseur 150_i. Selon une première variante, la caractéristique du filtre blanchisseur est l'inverse de l'enveloppe spectrale de la composante spatiale transposée dans la bande B_3 . Le module 115_i estime les coefficients du filtre blanchisseur et les fournit à ce dernier. Alternativement, les coefficients du filtre 150_i sont obtenus à partir de l'enveloppe
30 spectrale de la voie i dans la bande source. Il faut noter que l'ordre des modules de blanchiment spectral (150_i) et de transposition spectrale (160_i) peut être interverti. L'ordre choisi dépend notamment de la précision de blanchiment souhaitée. Le résultat du blanchiment spectral est illustré en Fig. 4c.

La composante spatiale à spectre transposé et blanchi est soumise à une étape de mise en forme spectrale dans le filtre d'enveloppe 170_i. Ce filtre d'enveloppe a pour caractéristique l'enveloppe spectrale de la voie i originale dans la bande B₃.

Les informations relatives aux différentes enveloppes sont décodées dans le module 175. Les informations décodées e(V_i) sont par exemple des coefficients LPC. Elles sont fournies au filtre d'enveloppe 170_i.

Selon une seconde variante de réalisation, l'enveloppe spectrale de la voie i est obtenue comme l'extrapolée, dans la bande B₃, de l'enveloppe spectrale de la composante spatiale V_i^L, dans la bande B₂. Cette variante est symbolisée par la liaison en traits discontinus entre le module 115_i et le filtre d'enveloppe 170_i.

La composante spatiale V_i^L est ensuite ajoutée au moyen du sommateur 181_i au signal issu du filtre 170_i pour fournir une voie reconstruite V_i. Le spectre de la voie reconstruite est illustré en Fig. 4d.

La Fig. 5 décrit un troisième mode de réalisation de l'invention. Les modules portant les mêmes références que celles de la Fig. 1 ou de la Fig. 3 ont une fonction identique à celle déjà décrite. Pour des raisons de simplification, seule la reconstruction d'une voie i a été représentée.

Dans ce mode de réalisation, le décodeur 110 fournit une composante monophonique M ainsi que des composantes spatiales à spectres limités V_i^L. La composante monophonique peut être commune à plusieurs ou à toutes les voies. On a illustré en Fig. 6a une composante spatiale à spectre limité V_i^L ainsi que la composante monophonique M. La composante spatiale (par exemple relative à une voie d'un signal stéréo) du signal occupe une bande basse fréquence. Dans les plus hautes fréquences (bande spectrale B1) le signal est codé en monophonique.

En sortie du décodeur 110, la composante monophonique M, d'une part, et la composante spatiale V_i^L, d'autre part, subissent des traitements distincts. La composante monophonique est blanchie au moyen du filtre blanchisseur 150 comme dans la Fig. 1. La composante spatiale, quant à elle, fait l'objet d'une transposition de tout ou partie de son contenu spectral dans une bande cible B₃, typiquement contiguë à la bande monophonique B₁, comme représenté en Fig. 6b. Selon une première variante, la bande source du contenu spectral est incluse dans la bande B₂. Selon une seconde variante, non représentée, la bande source est incluse dans la bande B₂+B₁, autrement dit au moins une partie du contenu spectral de la bande monophonique peut être également transposée. Le signal en sortie de 160_i possède un spectre limité à la

bande B_3 . Il est blanchi dans le filtre blanchisseur 150_i dont la fonction de transfert est déterminée à partir du module d'estimation spectrale 115_i ou, alternativement, par une information d'enveloppe spectrale de la voie i originale dans la bande source donnée par le module de décodage 175. La fonction de transfert du filtre 150_i est donnée par
5 l'inverse de l'enveloppe spectrale dans la bande source. Là aussi l'ordre du module de transposition 160, et du module de blanchiment 150_i peut être inversé. La Fig. 6c illustre le résultat des opérations de blanchiment dans les bandes B_1 et B_2 . Les composantes monophonique et spatiale blanchies sont combinées dans le sommateur 180_i et la somme est filtrée par le filtre d'enveloppe 170_i . Selon une première variante,
10 la fonction de transfert de ce filtre est donnée par une information d'enveloppe spectrale de la voie i originale, dans la bande B_1+B_3 , fournie par le module de décodage d'enveloppe 175. Comme indiqué plus haut, les enveloppes des différentes voies peuvent être codées en 105 sous forme de différences.

Selon une seconde variante, la fonction de transfert du filtre d'enveloppe 170_i
15 est l'extrapolée, dans la bande B_1+B_3 , de l'enveloppe spectrale de la composante V_i^L . Dans ce cas, et si la fonction du filtre blanchisseur 150_i est donnée par le module d'estimation 115_i , on voit que les modules 105 et 175 ne sont pas nécessaires.

La composante spatiale V_i^L est combinée au signal issu de 170_i au moyen du sommateur 181_i pour fournir une voie reconstruite V_i dont le spectre est représenté en
20 Fig. 6d.

On notera que, dans les trois modes de réalisation décrits ci-dessus, les filtres d'enveloppe peuvent être appliqués dans le domaine temporel ou dans le domaine fréquentiel.

Bien que le dispositif selon l'invention ait été représenté sous la forme de modules fonctionnels, il va de soi que tout ou partie de ce dispositif peut être réalisé au moyen d'un processeur unique ou une pluralité de processeurs dédiés ou non.

REVENDICATIONS

- 1) Procédé de reconstruction d'au moins une voie d'un signal audio à plusieurs voies, en particulier d'un signal stéréo, à partir d'un signal composite pouvant
5 comporter des composantes monophoniques (M) et des composantes spatiales (V_i^L) caractérisé en ce que, pour au moins une composante, il comprend :
- une étape de blanchiment spectral (150, 150_i) de ladite composante pour obtenir un signal blanchi ;
 - une étape de mise en forme (170, 170_i) du spectre du signal blanchi au moyen
10 d'un filtre d'enveloppe ayant pour caractéristique au moins une partie de l'enveloppe spectrale ($e(V_i)$) de la voie à reconstruire.
- 2) Procédé de reconstruction selon la revendication 1, caractérisé en ce que le signal composite comprend au moins une composante monophonique (M) dans une
15 première bande spectrale (B_1) , l'étape de blanchiment spectral (150) fournissant un signal monophonique blanchi et l'étape de mise en forme (170_i) utilisant un filtre d'enveloppe ayant pour caractéristique l'enveloppe spectrale de la voie à reconstruire dans ladite première bande.
- 20 3) Procédé de reconstruction selon la revendication 1, caractérisé en ce que le signal composite comprend plusieurs composantes spatiales (V_i^L), chaque composante spatiale étant associée à une voie et au moins une composante spatiale ayant un spectre limité à une seconde bande spectrale, la reconstruction de la voie associée à la composante spatiale à spectre limité comprenant:
- 25 - une étape de transposition (160_i) de tout ou partie du contenu spectral de ladite composante spatiale dans une troisième bande spectrale distincte de ladite seconde bande spectrale pour fournir une composante à spectre transposé ;
 - une étape de blanchiment spectral (150_i) avant ou après l'étape de transposition de sorte que la composante à spectre transposé est blanchie ;
 - 30 - une étape de mise en forme du spectre (170_i) de la composante à spectre transposé et blanchi au moyen d'un filtre d'enveloppe ayant pour caractéristique l'enveloppe spectrale de la voie à reconstruire dans ladite troisième bande.

4) Procédé de reconstruction selon la revendication 3, caractérisé en ce que la seconde bande spectrale (B_2) est une bande basse fréquence et la troisième bande spectrale (B_3) est adjacente à seconde.

- 5 5) Procédé de reconstruction selon la revendication 1, caractérisé en ce que le signal composite comprend au moins une composante monophonique (M) à spectre limité à une première bande spectrale (B_1) et une pluralité de composantes spatiales (V_i^L) à spectres limités, chaque composante étant associée à une voie (i), la reconstruction d'une voie associée à une composante spatiale à spectre limité à une
- 10 seconde bande spectrale comprenant:
- une étape de transposition (160_i) de tout ou partie du contenu spectral de ladite composante spatiale ou de la composante monophonique dans une troisième bande spectrale distincte desdites première et seconde bandes spectrales pour fournir une composante spatiale à spectre transposé;
 - 15 - une étape de blanchiment spectral de la composante monophonique blanchie (150) et de ladite composante spatiale (150_i) avant ou après l'étape de transposition, de sorte que la composante monophonique, d'une part, et la composante spatiale à spectre transposé, d'autre part, sont blanchies ;
 - 20 - une étape de mise en forme du spectre (170_i) de la composante monophonique blanchie et du spectre de la composante spatiale à spectre transposé et blanchi par un filtre d'enveloppe ayant pour caractéristique l'enveloppe spectrale de la voie à reconstruire dans lesdites première et troisième bandes.

- 25 6) Procédé de reconstruction selon la revendication 5, caractérisé en ce que la seconde bande spectrale (B_2) est une bande basse fréquence, la première bande (B_1) est adjacente à la seconde et la troisième bande (B_3) est adjacente à la première.

- 30 7) Procédé de reconstruction selon la revendication 6, caractérisé en ce que l'étape de blanchiment spectral est effectuée sur la composante monophonique et sur ladite composante spatiale à spectre limité au moyen d'un premier filtre blanchisseur ayant pour caractéristique l'inverse de l'enveloppe spectrale du signal monophonique dans la première bande et un second filtre blanchisseur ayant pour caractéristique l'inverse de l'enveloppe spectrale de ladite composante spatiale dans la seconde bande.

8) Procédé de reconstruction selon l'une des revendications 3 à 7, les composantes spatiales du signal composite étant issues du décodage d'un signal source à plusieurs voies codé par un codeur à limitation de spectre, caractérisé en ce
5 que l'étape de blanchiment spectral de ladite composante spatiale est effectuée au moyen d'un filtre blanchisseur dont la caractéristique est obtenue au moyen d'une information donnant l'enveloppe spectrale de la voie correspondante du signal source.

9) Procédé de reconstruction selon l'une des revendications 3 à 7, caractérisé en
10 ce que pour la reconstruction de ladite voie, la caractéristique du filtre d'enveloppe est extrapolée à partir de l'enveloppe spectrale de ladite composante spatiale dans la seconde bande.

10) Procédé de reconstruction selon la revendication 3 ou 4, les composantes
15 spatiales du signal composite étant issues du décodage d'un signal source à plusieurs voies codé par un codeur à limitation de spectre, caractérisé en ce que pour la reconstruction de ladite voie, la caractéristique du filtre d'enveloppe est obtenue à partir d'une information donnant l'enveloppe spectrale de la voie correspondante du signal source dans la troisième bande.

20 11) Procédé de reconstruction selon l'une des revendications 5 à 9, les composantes du signal composite étant issues du décodage d'un signal source à plusieurs voies codé par un codeur à limitation de spectre, caractérisé en ce que pour la reconstruction de ladite voie, la caractéristique du filtre d'enveloppe est obtenue à
25 partir d'une information donnant l'enveloppe spectrale de la voie correspondante du signal source dans les première et troisième bandes.

12) Dispositif de reconstruction d'au moins une voie d'un signal audio à plusieurs voies, en particulier d'un signal stéréo, à partir d'un signal composite
30 pouvant comporter des composantes monophoniques et des composantes spatiales, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens pour mettre en oeuvre les étapes du procédé selon l'une des revendications précédentes.

13) Dispositif de codage d'un signal audio source à plusieurs voies, au moins une première bande spectrale dudit signal étant codée en monophonique, caractérisé en ce qu'il fournit en outre une information d'enveloppe spectrale pour au moins une voie dans ladite première bande.

5

14) Dispositif de codage à limitation de spectre d'un signal audio source à plusieurs voies, le spectre d'au moins une voie étant limité à une seconde bande spectrale par le codage, caractérisé en ce qu'il fournit en outre une information d'enveloppe spectrale de ladite voie dans une bande distincte de ladite seconde bande.

10

15) Dispositif de codage à limitation de spectre d'un signal audio source à plusieurs voies, au moins une première bande spectrale dudit signal étant codée en monophonique, le spectre d'au moins une voie étant limité par le codage à une seconde bande spectrale, distincte de la première, caractérisé en ce qu'il fournit en outre une information d'enveloppe spectrale de ladite voie dans la première bande et dans une troisième bande distincte desdites première et seconde bandes.

15

16) Dispositif de codage selon l'une des revendications 13 à 15, caractérisé en ce que, pour au moins une première voie et une seconde voie, l'information d'enveloppe spectrale de la seconde voie est transmise sous forme de différence avec celle de la première voie.

20

17) Signal issu d'un dispositif de codage à limitation de spectre selon la revendication 13 ou 16 en dépendance de 13, caractérisé en ce qu'il comporte au moins pour une première bande spectrale une composante monophonique codée ainsi qu'une information d'enveloppe spectrale codée relative à l'enveloppe spectrale d'une voie audio dans ladite première bande.

25

18) Signal issu d'un dispositif de codage à limitation de spectre selon la revendication 14 ou 16 en dépendance de 14, caractérisé en ce qu'il comporte au moins pour une seconde bande spectrale une composante spatiale codée relative à une voie audio ainsi qu'une information d'enveloppe spectrale codée relative à l'enveloppe spectrale de ladite voie audio dans une bande distincte de ladite seconde bande.

30

- 19) Signal issu d'un dispositif de codage à limitation de spectre selon la revendication 15 ou 16 en dépendance de 15, caractérisé en ce qu'il comporte au moins, pour une première bande spectrale, une composante monophonique et, pour
5 une seconde bande spectrale distincte de la première, une composante spatiale codée relative à une voie audio, ainsi qu'une information d'enveloppe spectrale de ladite voie dans la première bande et dans une troisième bande spectrale distincte desdites première et seconde bandes.
- 10 20) Dispositif de décodage d'un signal audio à plusieurs voies codé, caractérisé en ce qu'il comprend un décodeur adapté à fournir à partir du signal codé un signal composite pouvant comporter des composantes monophoniques et des composantes spatiales et un dispositif de reconstruction selon la revendication 12.
- 15 21) Dispositif de décodage d'un signal selon l'une des revendications 17 à 19, caractérisé en ce qu'il comprend un premier décodeur (110) adapté à fournir, à partir dudit signal, un signal composite pouvant comporter des composantes monophoniques et des composantes spatiales ainsi qu'un second décodeur (175) adapté à fournir, à partir dudit signal, une information d'enveloppe spectrale.
- 20 22) Système de codage/décodage d'un signal audio à plusieurs voies, caractérisé en ce qu'il comprend un dispositif de codage selon l'une des revendications 13 à 16 et un dispositif de décodage selon la revendication 20 ou 21.

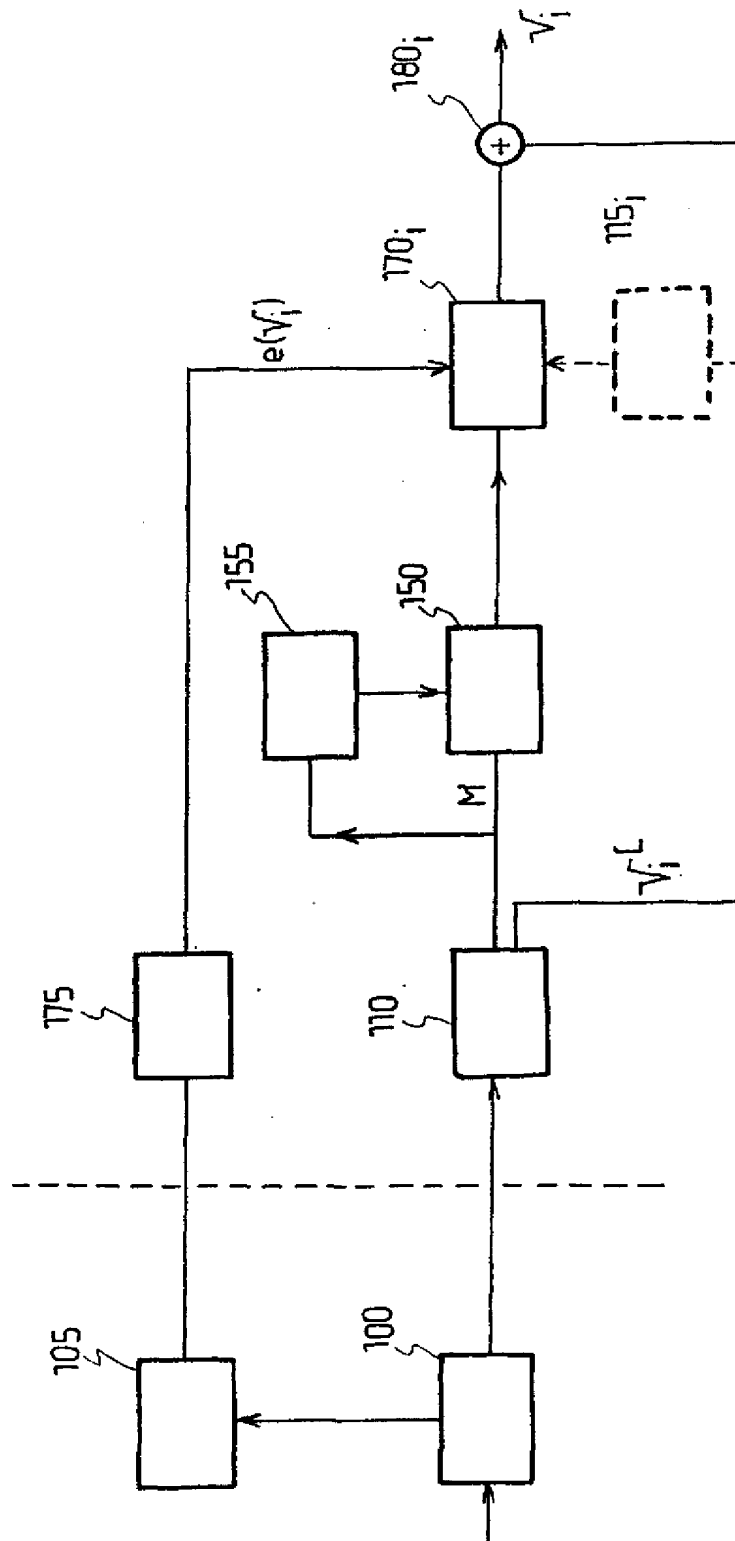
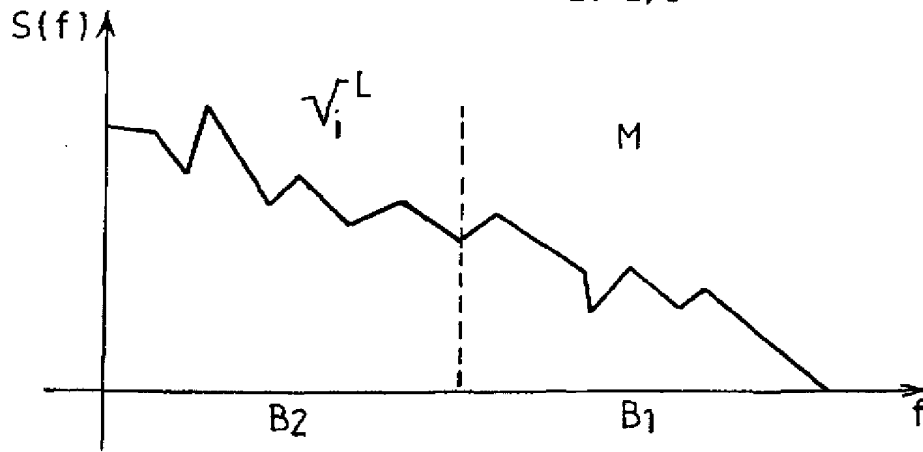
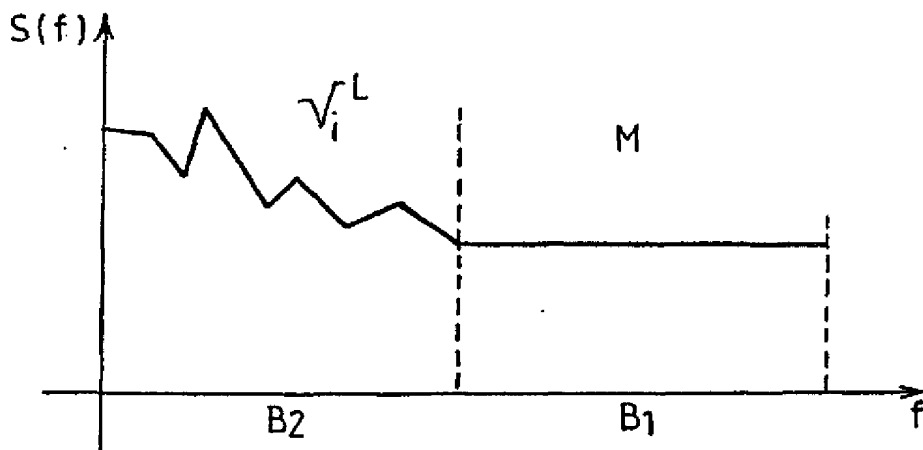
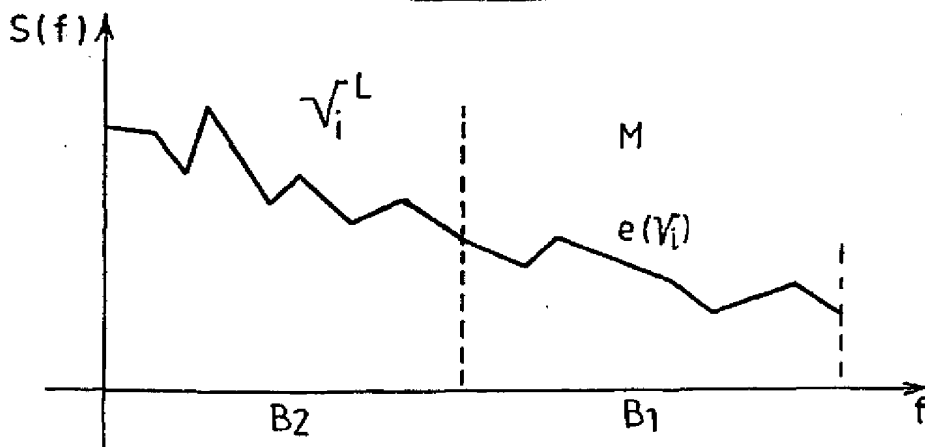
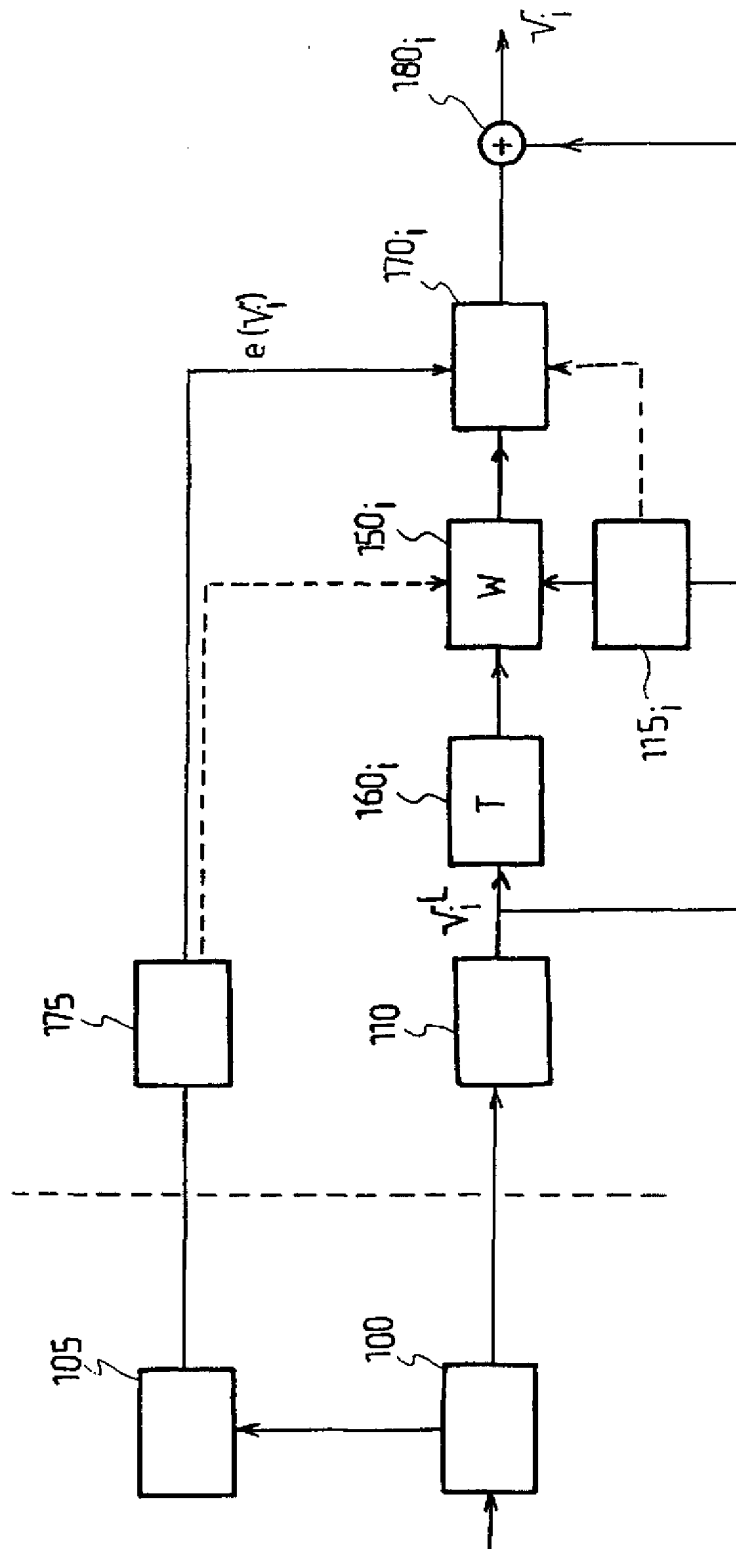
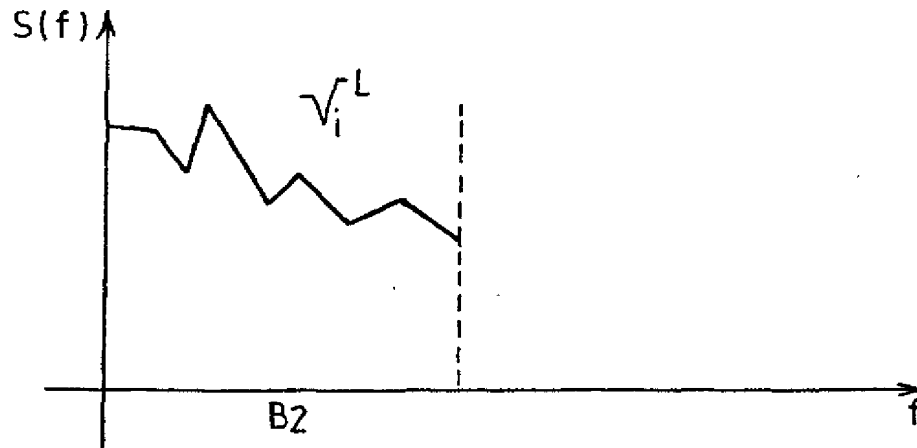
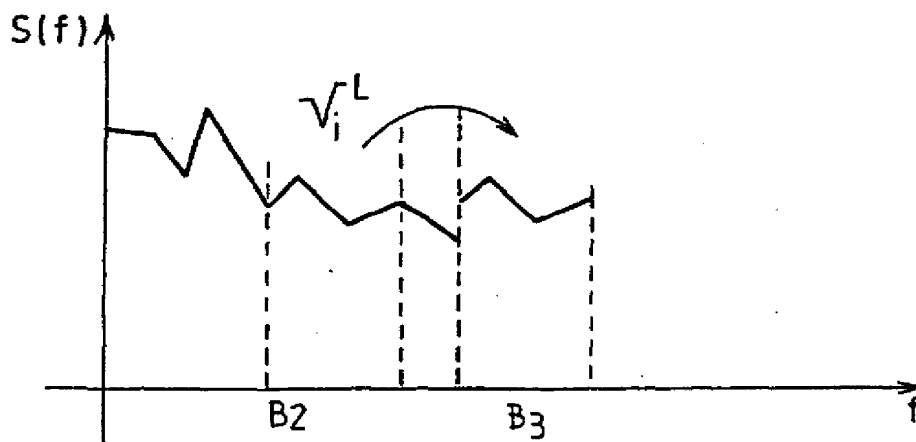


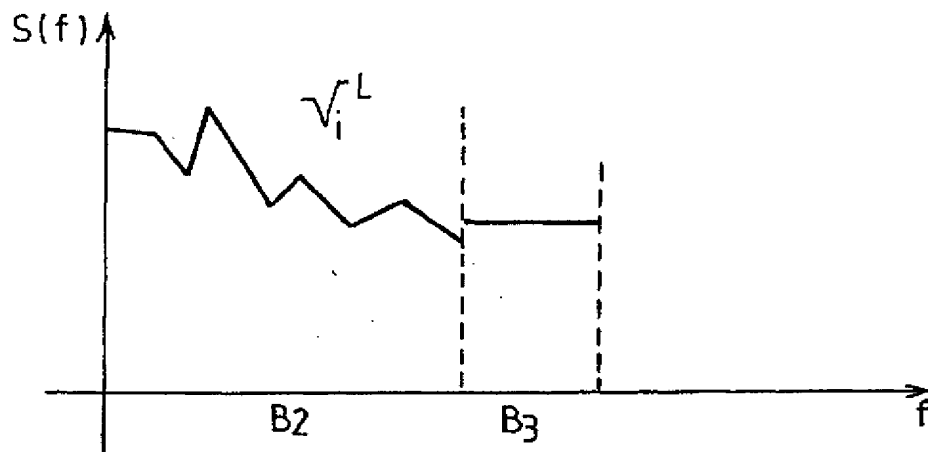
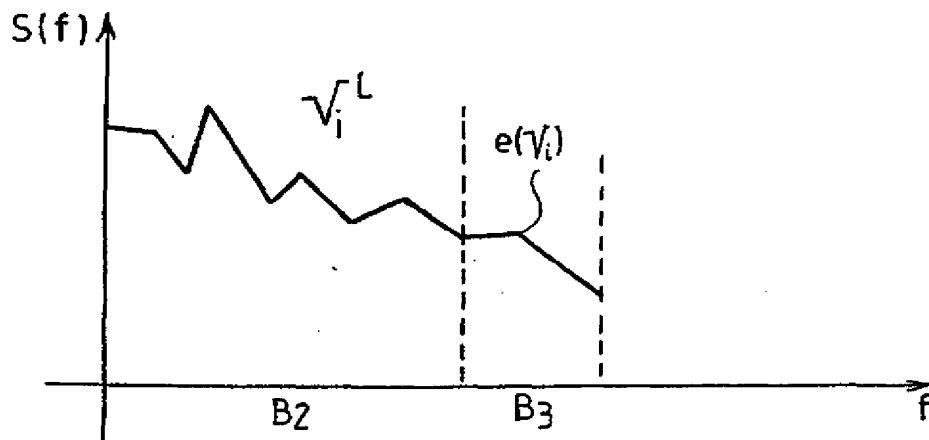
FIG. 1

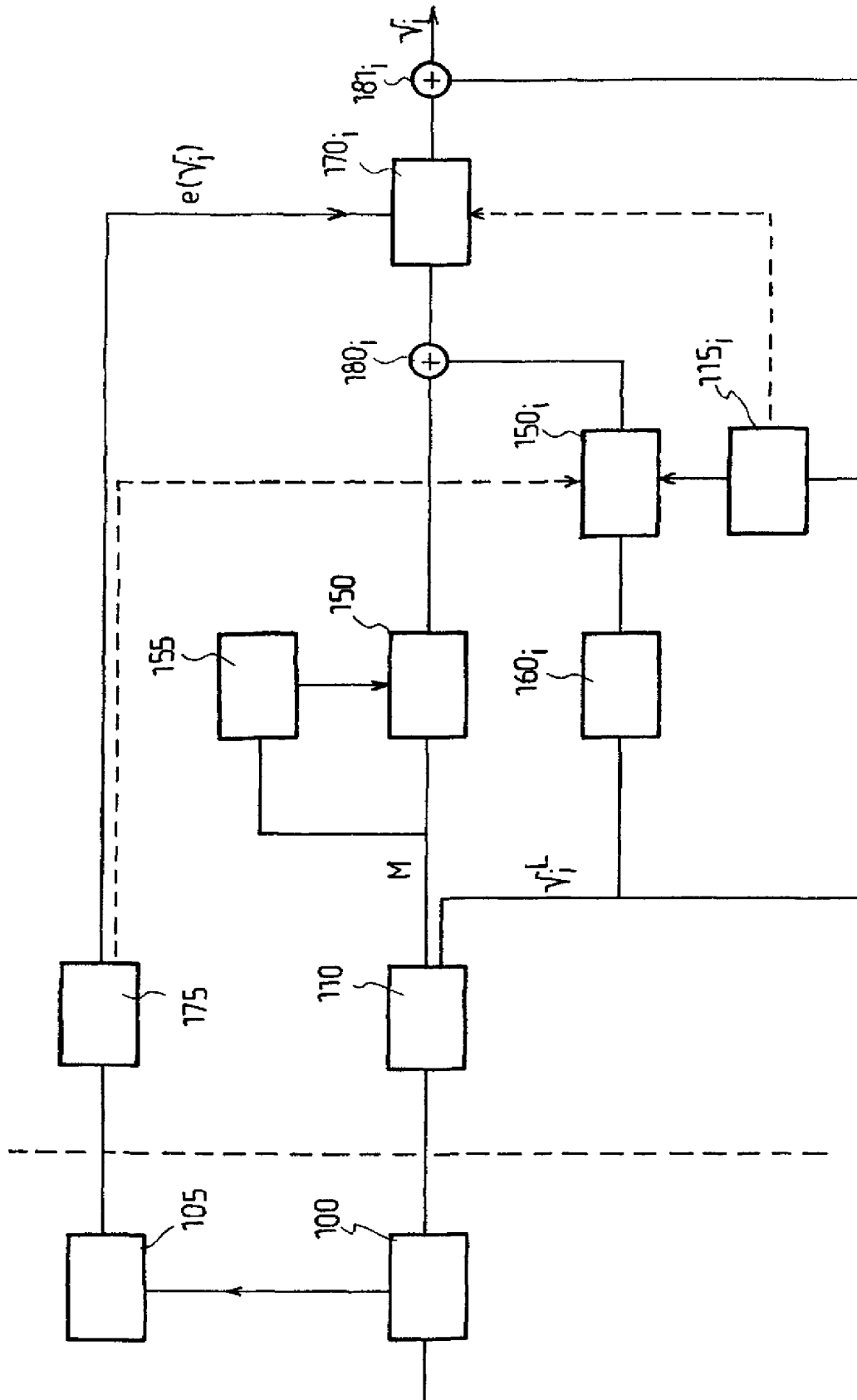
PL. 2/8

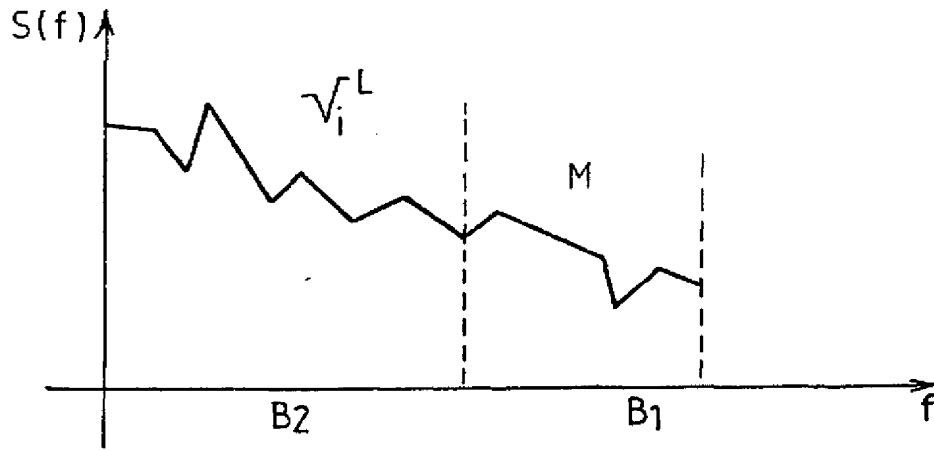
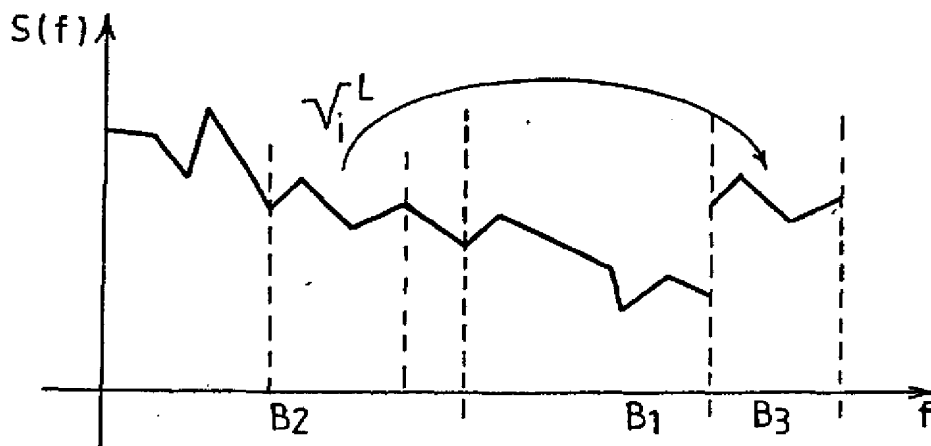
FIG. 2aFIG. 2bFIG. 2c

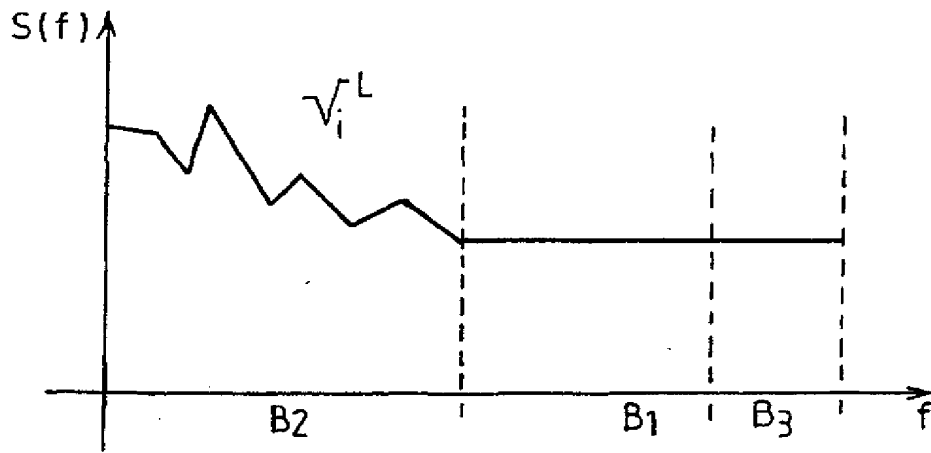
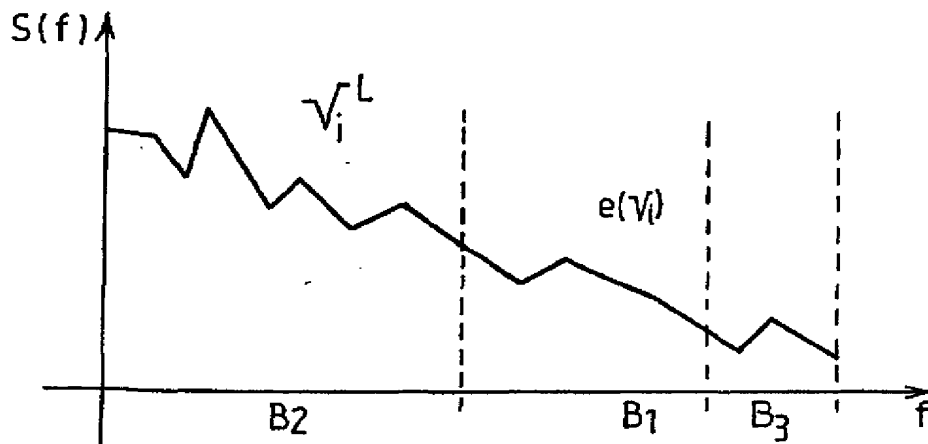
FIG. 3

FIG. 4aFIG. 4b

FIG. 4cFIG. 4d



FIG. 6aFIG. 6b

FIG. 6cFIG. 6d



2821475

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 602757
FR 0102681

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	WO 90 16136 A (BRITISH TELECOMM) 27 décembre 1990 (1990-12-27) * figure 5B * * page 14, ligne 5 - page 15, ligne 30 *	1,12,13, 17,20,22	G10L19/00 H04S5/00
A	DE 196 28 293 C (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG ; LUCENT TECHNOLOGIES INC (US); AT & T LAB) 11 décembre 1997 (1997-12-11) * colonne 1, ligne 49 - ligne 57 * * colonne 11, ligne 7 - ligne 22; figure 6 * * revendication 10 *	1,2,13, 17,20,22	
A	EP 0 797 324 A (LUCENT TECHNOLOGIES INC) 24 septembre 1997 (1997-09-24) * colonne 6, ligne 41 - ligne 45 * * colonne 7, ligne 13 - ligne 20 * * colonne 13, ligne 37 - ligne 53 *	1,2,13, 17,20,22	
D,A	WO 98 57436 A (EKSTRAND PER RUNE ALBIN ; HENN LARS FREDRIK (SE); KJOERLING HANS MA) 17 décembre 1998 (1998-12-17) * page 7, ligne 1 - ligne 13 *	1-22	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7) G10L H04B H04S H04H
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
20 septembre 2001		Ramos Sánchez, U	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

1

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0102681 FA 602757**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 20-09-2001
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 9016136	A	27-12-1990	AT 121900 T	15-05-1995
			AU 640667 B2	02-09-1993
			AU 5837990 A	08-01-1991
			CA 2058984 A1	16-12-1990
			DE 69018989 D1	01-06-1995
			DE 69018989 T2	07-09-1995
			DK 478615 T3	17-07-1995
			EP 0478615 A1	08-04-1992
			ES 2071823 T3	01-07-1995
			WO 9016136 A1	27-12-1990
			HK 137196 A	02-08-1996
			JP 2703405 B2	26-01-1998
			JP 4506141 T	22-10-1992
			NO 180030 B	21-10-1996
			US 5434948 A	18-07-1995
DE 19628293	C	11-12-1997	DE 19628293 C1	11-12-1997
			AT 188833 T	15-01-2000
			AU 707665 B2	15-07-1999
			AU 3172297 A	09-02-1998
			CA 2260222 A1	22-01-1998
			DE 59701015 D1	17-02-2000
			WO 9803037 A1	22-01-1998
			EP 0910928 A1	28-04-1999
			ES 2143312 T3	01-05-2000
			GR 3032445 T3	31-05-2000
			JP 11514181 T	30-11-1999
			NO 990107 A	10-03-1999
			PT 910928 T	28-04-2000
EP 0797324	A	24-09-1997	US 5812971 A	22-09-1998
			CA 2197128 A1	23-09-1997
			EP 0797324 A2	24-09-1997
			JP 10051313 A	20-02-1998
WO 9857436	A	17-12-1998	SE 512719 C2	02-05-2000
			AU 7446598 A	30-12-1998
			BR 9805989 A	31-08-1999
			CN 1272259 T	01-11-2000
			EP 0940015 A1	08-09-1999
			WO 9857436 A2	17-12-1998
			SE 9800268 A	11-12-1998

EPO FORM P0465

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82